






**SWITCHING ELEMENT PRODUCED IN THE FORM OF A FILM**

**Patent number:** EP1050057  
**Publication date:** 2000-11-08  
**Inventor:** BILLEN KARL (DE); FEDERSPIEL LAURENT (LU);  
THEISS EDGARD (BE)  
**Applicant:** IEE SARL (LU)  
**Classification:**  
- international: **H01C10/12; H01H13/00; H01H13/702; H01C10/00;**  
**H01H13/00; H01H13/70;** (IPC1-7): H01H13/70  
- european: H01C10/12; H01H13/702  
**Application number:** EP19990906147 19990118  
**Priority number(s):** WO1999EP00260 19990118; LU19980090200  
19980121

**Also published as:**

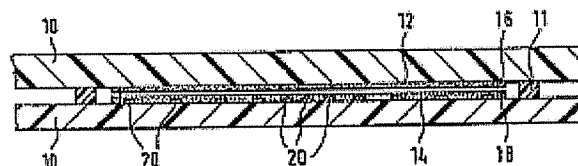
 WO9938179 (A1)  
 US6429668 (B1)  
 LU90200 (A)  
 EP1050057 (A0)  
 EP1050057 (B1)

more &gt;&gt;

[Report a data error here](#)

Abstract not available for EP1050057  
Abstract of correspondent: **WO9938179**

The invention relates to a switching element produced in the form of a film having a tripping layer which is made of a first resistance material and which is deposited on a first support film. The switching element also has a sensor layer which is made of a second resistance material and which is deposited on a second support film. Both support films are arranged at a certain distance from one another by spacers such that the tripping layer and the sensor layer are opposite and do not contact one another when the switching element is not actuated. When the switching element is tripped, the tripping layer and the sensor layer first contact one another at a first point of the surfaces thereof, and the contact surface is enlarged when pressure on the switching element is increased. The first and second resistance materials are matched to one another such that the resistance of the limiting layer is essentially set between the tripping layer and the sensor layer during contact of the tripping layer and of the sensor layer by expanding the contact surface. According to the invention, the sensor layer is formed such that the specific electrical resistance, starting from the first point, varies in a direction of the increasing contact surface with the distance from the first point so that a predetermined tripping behavior of the switching element results according to the pressure force acting on the switching element.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 050 057 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.03.2002 Patentblatt 2002/11**

(51) Int Cl.7: **H01H 13/70**

(21) Anmeldenummer: **99906147.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP99/00260**

(22) Anmeldetag: **18.01.1999**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 99/38179 (29.07.1999 Gazette 1999/30)**

### (54) **SCHALTELEMENT IN FOLIENBAUWEISE**

SWITCHING ELEMENT PRODUCED IN THE FORM OF A FILM

ELEMENT DE COMMUTATION SOUS FORME DE FEUILLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT SE**

(30) Priorität: **21.01.1998 LU 90200**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.11.2000 Patentblatt 2000/45**

(73) Patentinhaber: **IEE International Electronics &  
Engineering S.A.R.L.  
2632 Luxembourg (LU)**

(72) Erfinder:  
• **BILLEN, Karl  
D-54675 Körperich (DE)**

• **FEDERSPIEL, Laurent  
L-7392 Asselscheuer (LU)**  
• **THEISS, Edgard  
B-4720 Kelmis (BE)**

(74) Vertreter: **Beissel, Jean  
Office Ernest T. Freylinger S.A.  
234, route d'Arlon  
B.P. 48  
8001 Strassen (LU)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**US-A- 4 145 317                      US-A- 4 495 236**  
**US-A- 5 431 064**

**P 1 050 057 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).



## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaltelement in Folienbauweise, das beim Auslösen ein Signal generiert, das von der Größe der ausgelösten Fläche abhängt.

[0002] Ein solches Schaltelement in Folienbauweise umfaßt eine erste Trägerfolie, auf der eine Auslöseschicht aus einem ersten Widerstandsmaterial, z.B. Graphit, aufgebracht ist, und einer zweiten Trägerfolie, auf der eine Sensorschicht aus einem zweiten Widerstandsmaterial, z.B. einem Halbleitermaterial, aufgebracht ist. Das erste Widerstandsmaterial und das zweite Widerstandsmaterial sind dabei derart aufeinander abgestimmt, daß bei der Kontaktierung der Auslöseschicht und der Sensorschicht der Widerstand der Grenzschicht zwischen der Auslöseschicht und der Sensorschicht im wesentlichen durch die Ausdehnung der Kontaktfläche bestimmt wird.

[0003] Die erste Trägerfolie und die zweite Trägerfolie sind durch Abstandhalter derart in einem gewissen Abstand zueinander angeordnet, daß sich die Auslöseschicht und die Sensorschicht gegenüberstehen und bei nicht betätigtem Schaltelement nicht miteinander kontaktiert sind. Bei der Auslösung oder Betätigung des Schaltelements werden die Auslöseschicht und die Sensorschicht gegen die Rückstellkraft der Trägerfolien aufeinander zubewegt und miteinander kontaktiert. Bei kleinen Auslösekräften werden die beiden Schichten in einem ersten Punkt ihrer Fläche miteinander kontaktiert, diese Kontaktfläche vergrößert sich bei zunehmendem Druck auf das Schaltelement.

[0004] Mißt man den elektrischen Widerstand des Schaltelementes, so erhält man eine Kenngröße, die direkt von der miteinander kontaktierten Fläche abhängt, und die, unter Einbeziehung der Rückstellkraft der Trägerfolien, Rückschlüsse auf die auf das Schaltelement wirkenden Auslösekräfte erlaubt. Aus diesem Grund können derartige Schaltelemente beispielsweise als Drucksensoren eingesetzt werden.

[0005] Derartige Drucksensoren sind kostengünstig herstellbar und haben sich in der Praxis als äußerst robust und zuverlässig erwiesen. Allerdings ist das Auslöseverhalten bzw. die Dynamik solcher Drucksensoren für bestimmte Anwendungen nicht geeignet. Während bei den im allgemeinen runden Sensoren die radiale Ausdehnung der ausgelösten Fläche im wesentlichen linear von der auf das Schaltelement ausgeübten Kraft abhängt, ergibt sich für die Kontaktfläche eine im wesentlichen quadratische Abhängigkeit. Das Widerstandsverhalten des Sensors in Abhängigkeit der Auslösekraft weist folglich einen von dieser quadratischen Abhängigkeit bestimmten Verlauf aus, was die Sensoren für bestimmte Anwendungen ungeeignet macht.

## Aufgabe der Erfindung

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es

folglich, ein derartiges Schaltelement in Folienbauweise vorzuschlagen, das eine Anpassung des Auslöseverhaltens an den jeweiligen Einsatzzweck ermöglicht.

## Allgemeine Beschreibung der Erfindung

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Schaltelement in Folienbauweise, mit einer ersten Trägerfolie, auf der eine Auslöseschicht aus einem ersten Widerstandsmaterial aufgebracht ist, wobei die Auslöseschicht einen ersten elektrischen Anschluß aufweist, und einer zweiten Trägerfolie, auf der eine Sensorschicht aus einem zweiten Widerstandsmaterial aufgebracht ist, wobei die Sensorschicht einen zweiten elektrischen Anschluß aufweist. Die erste Trägerfolie und die zweite Trägerfolie sind durch Abstandhalter derart in einem gewissen Abstand zueinander angeordnet, daß sich die Auslöseschicht und die Sensorschicht gegenüberstehen und bei nicht betätigtem Schaltelement nicht miteinander kontaktiert sind, während bei der Auslösung des Schaltelements die Auslöseschicht und die Sensorschicht zunächst in einem ersten Punkt ihrer Fläche miteinander kontaktiert werden und sich die Kontaktfläche bei zunehmendem Druck auf das Schaltelement vergrößert. Das erste Widerstandsmaterial und das zweite Widerstandsmaterial sind derart aufeinander abgestimmt, daß bei der Kontaktierung der Auslöseschicht und der Sensorschicht der Widerstand der Grenzschicht zwischen der Auslöseschicht und der Sensorschicht im wesentlichen durch die Größe der Kontaktfläche bestimmt wird. Erfindungsgemäß ist die Sensorschicht derart ausgestaltet, daß ihr spezifischer elektrischer Widerstand, ausgehend von dem ersten Punkt, in Richtung der zunehmenden Kontaktfläche derart mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert, daß sich ein vorbestimmtes Auslöseverhalten des Schaltelements in Abhängigkeit der auf das Schaltelement wirkenden Druckkraft ergibt.

[0008] Das Auslöseverhalten eines solchen Schaltelementes wird, neben dem Widerstand der Grenzschicht zwischen der Auslöseschicht und der Sensorschicht, auch durch den Widerstand in der Sensorschicht zwischen der Auslösestelle und dem zweiten elektrischen Anschluß bestimmt. Ein an einer Auslösestelle über die Grenzschicht in die Sensorschicht eingebrachtes elektrisches Signal, z.B. eine elektrische Spannung, muß in der Tat über die Widerstandsstrecke zwischen der Auslösestelle und dem zweiten Anschluß abfließen.

[0009] Durch eine gezielte Variation des spezifischen Widerstandes über diese Widerstandsstrecke kann folglich der Spannungsabfall in der Widerstandsstrecke abhängig von der Auslösestelle beeinflusst werden, so daß das Auslöseverhalten des Schaltelementes beispielsweise linearisiert werden kann. Ein solches Schaltelement kann folglich, bezüglich seines Auslöseverhaltens, d.h. seiner Dynamik für jeden beliebigen Einsatzzweck, optimiert werden.



[0010] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Schaltelementes wird der variierende spezifische Widerstand durch gezieltes Einbringen eines dritten Widerstandsmaterials in das zweite Widerstandsmaterial erzeugt, wobei der spezifische Widerstand des dritten Widerstandsmaterials und der spezifische Widerstand des zweiten Widerstandsmaterials voneinander verschieden sind, und wobei Konzentration des dritten Widerstandsmaterials mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert. Die Variation des spezifischen Widerstandes kann beispielsweise durch Einbringen eines niederohmigen Materials, z.B. Silber, in ein hochohmiges Halbleitermaterial erfolgen, wobei der spezifische Widerstand der Sensorschicht mit steigender Menge des eingebrachten Materials kleiner wird. Umgekehrt kann die Variation auch durch Einbringen eines hochohmigen Materials in Schicht aus niederohmigen Material erfolgen.

[0011] Das dritte Widerstandsmaterial ist vorzugsweise in Form von lokalen Einschließungen in das zweite Widerstandsmaterial eingebracht. Diese Einbringungsart ermöglicht eine einfache Herstellung der Sensorschicht bei gleichzeitig guter Kontrolle der Konzentration des dritten Widerstandsmaterials in der Sensorschicht. Die Abhängigkeit der Konzentration des dritten Widerstandsmaterials kann dabei beispielsweise durch eine bestimmte räumliche Anordnung von Einschließungen gleicher Ausdehnung oder durch eine regelmäßige räumliche Anordnung von Einschließungen mit unterschiedlicher Ausdehnung oder durch eine Kombination der beiden erfolgen.

[0012] Das zweite Widerstandsmaterial weist vorzugsweise ein Halbleitermaterial auf und das dritte Widerstandsmaterial weist einen wesentlich geringeren Widerstand auf als das zweite Widerstandsmaterial. Das Halbleitermaterial kann beispielsweise eine bei der Herstellung von Foliendrucksensoren verwendete Halbleitertinte umfassen, mit der der erforderliche Flächeneffekt an der Grenzschicht zu einer Auslöseschicht aus Graphit vorteilhaft bewirkt werden kann, während das dritte Widerstandsmaterial Silber umfaßt.

[0013] Auf die oben beschriebene Weise kann der spezifische Widerstand der Sensorschicht ausgehend von dem ersten Punkt, beispielsweise den Zentrum eines runden Schaltelementes, in radialer Richtung proportional mit dem Abstand zum ersten Punkt ansteigen. Die gewählten Abstandsmaße resultieren aus der gewünschten Sensordynamik.

[0014] Die Einschließungen sind vorteilhaft elektrisch von dem zweiten elektrischen Anschluß isoliert. Hierdurch wird verhindert, daß das Schaltelement aufgrund von Einschließungen, die sich bis in die Grenzschicht zwischen Auslöseschicht und Sensorschicht hinein erstrecken, vollständig durchschaltet und eine Drukkerkennung unmöglich wird.

[0015] Die Einschließungen sind zudem auf der der Auslöseschicht zugewandten Seite vorzugsweise vollständig von dem zweiten Widerstandsmaterial über-

deckt. Die Deckschicht aus zweitem Widerstandsmaterial verhindert einerseits ein direktes Durchschalten der Auslöseschicht auf die Einschließungen, andererseits dient sie als Schutzschicht gegen eventuelle mechanische Beschädigung.

[0016] Die Auslöseschicht des Schaltelementes kann ein Widerstandsmaterial mit einem gleichförmigen spezifischen Widerstand umfassen. Es handelt sich hierbei beispielsweise um eine Graphitschicht, die sich in einem Siebdruckverfahren leicht herstellen läßt. In einer alternativen Ausgestaltung kann die Auslöseschicht ähnlich wie die Sensorschicht aufgebaut sein, d.h. die Auslöseschicht weist einen spezifischen Widerstand auf, der, ausgehend von dem ersten Punkt, in Richtung der zunehmenden Kontaktfläche mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert. Der Verlauf des spezifischen Widerstands in der Auslöseschicht kann dabei dem Verlauf des spezifischen Widerstands in der Sensorschicht entsprechen oder einen völlig anderen Verlauf aufweisen.

### **Beschreibung anhand der Figuren**

[0017] Im folgenden werden vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung anhand der beiliegenden Figuren beschrieben. Es zeigen:

- Fig.1: einen Schnitt durch eine erste Ausgestaltung eines Schaltelementes in Folienbauweise
- Fig.2: eine Ansicht einer alternativen Verteilung von Einschließungen in der Sensorschicht des Schaltelementes
- Fig.3: eine Ansicht einer weiteren Verteilung von Einschließungen in der Sensorschicht des Schaltelementes
- Fig.4: einen Schnitt durch eine zweite Ausgestaltung, in das auch die Auslöseschicht einen variierenden spezifischen Widerstand aufweist
- Fig.5: ein Schaltelement mit einem alternativen Auslöseverfahren.

[0018] In Fig. 1 ist ein Schnitt durch ein rundes Schaltelement in Folienbauweise dargestellt, das beim Auslösen ein Signal generiert, das von der Größe der ausgelösten Fläche abhängt.

[0019] Es umfaßt im wesentlichen zwei Trägerfolien 10, die mittels eines Abstandhalters 11 in einem gewissen Abstand zueinander angeordnet sind. Auf einer Trägerfolie ist eine Auslöseschicht 12 aus einem ersten Widerstandsmaterial, z.B. Graphit aufgebracht, während auf der anderen Trägerfolie eine Sensorschicht 14 aus einem zweiten Widerstandsmaterial, z.B. einer Halbleitertinte, wie sie bei der Herstellung von Foliendrucksensoren verwendet wird, aufgebracht, die der Auslöseschicht 12 gegenübersteht. Die Auslöseschicht 12 und die Sensorschicht 14 weisen jeweils an ihrem Rand einen elektrischen Anschluß 16, 18 auf.

[0020] Das Widerstandsmaterial der Auslöseschicht







derstand der Grenzschicht zwischen der Auslöseschicht (12) und der Sensorschicht (14) im wesentlichen durch die Größe der Kontaktfläche bestimmt wird, und

wobei bei der Auslösung des Schaltelements, die Auslöseschicht und die Sensorschicht zunächst in einem ersten Punkt ihrer Fläche miteinander kontaktiert werden und sich die Kontaktfläche bei zunehmendem Druck auf das Schaltelement vergrößert,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Sensorschicht (14) derart ausgestaltet ist, daß ihr spezifischer elektrischer Widerstand, ausgehend von dem ersten Punkt, in Richtung der zunehmenden Kontaktfläche derart mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert, daß sich ein vorbestimmtes Auslöseverhalten des Schaltelements in Abhängigkeit der auf das Schaltelement wirkenden Druckkraft ergibt.

2. Schaltelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der variierende spezifische Widerstand durch gezieltes Einbringen eines dritten Widerstandsmaterials in das zweite Widerstandsmaterial erzeugt wird, wobei der spezifische Widerstand des dritten Widerstandsmaterials und der spezifische Widerstand des zweiten Widerstandsmaterials voneinander verschieden sind und, wobei Konzentration des dritten Widerstandsmaterials mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert.
3. Schaltelement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das dritte Widerstandsmaterial in Form von lokalen Einschließungen (20) in das zweite Widerstandsmaterial eingebracht ist.
4. Schaltelement nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verteilung der lokalen Einschließungen (20) in dem zweiten Widerstandsmaterial mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert.
5. Schaltelement nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausdehnung der lokalen Einschließungen (20) mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert.
6. Schaltelement nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zweite Widerstandsmaterial ein Halbleitermaterial aufweist und daß das dritte Widerstandsmaterial einen wesentlich geringeren Widerstand aufweist als das zweite Widerstandsmaterial.
7. Schaltelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der spezifische Widerstand der Sensorschicht in radialer Richtung mit dem Abstand zum ersten Punkt ansteigt.

8. Schaltelement nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einschließungen (20) elektrisch von dem zweiten elektrischen Anschluß isoliert sind.

9. Schaltelement nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einschließungen (20) auf der der Auslöseschicht (12) zugewandten Seite vollständig von dem zweiten Widerstandsmaterial überdeckt sind.

10. Schaltelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auslöseschicht (12) einen spezifischen Widerstand aufweist, der, ausgehend von dem ersten Punkt, in Richtung der zunehmenden Kontaktfläche mit dem Abstand von dem ersten Punkt variiert.

## 20 Claims

1. Switching element of foil type construction, with
  - a first carrier-foil (10), to which a triggering layer (12) consisting of a first resistive material is applied, wherein the triggering layer (12) comprises first electrical terminal (16),
  - a second carrier-foil (10), to which a sensor layer (14) consisting of a second resistive material is applied, wherein the sensor layer (14) comprises a second electrical terminal (18),
 wherein the first carrier-foil and the second carrier-foil are arranged a certain distance from each other by means of spacers (11), in such a way that the triggering layer (12) and the sensor layer (14) are opposite each other and, when the switching element has not been operated, are not in contact with each other,
 wherein the first resistive material and the second resistive material are tuned to each other in such a way that, when the triggering layer (12) and the sensor layer (14) are in contact, the resistance of the boundary layer between the triggering layer (12) and the sensor layer (14) is essentially determined by the size of the area of contact, and
 wherein, when the switching element is triggered, the triggering layer and the sensor layer are initially in contact with each other at a first point of their surface, and the contact area increases as the pressure on the switching element is increased,
 **characterised in that**
 the sensor layer (14) is designed so that, starting from the first point, its electrical resistivity varies with the distance from the first point in the direction of increasing contact-area, in such a way that a predetermined triggering behaviour of the switching element as a function of the compressive force acting



on the switching element is obtained.

2. Switching element according to Claim 1, **characterised in that** the varying resistivity is produced by the specific addition of a third resistive material into the second resistive material, wherein the resistivity of the third resistive material and the resistivity of the second resistive material are different from each other and wherein the concentration of the third resistive material varies with the distance from the first point.
3. Switching element according to Claim 2, **characterised in that** the third resistive material is embedded in the second resistive material in the form of local inclusions (20).
4. Switching element according to Claim 3, **characterised in that** the distribution of the local inclusions (20) in the second resistive material varies with the distance from the first point.
5. Switching element according to Claim 3 or 4, **characterised in that** the extent of the local inclusions (20) varies with the distance from the first point.
6. Switching element according to one of Claims 2 to 5, **characterised in that** the second resistive material exhibits a semiconductor material, and that the third resistive material has an substantially lower resistance than the second resistive material.
7. Switching element according to one of the preceding Claims, **characterised in that** the resistivity of the sensor layer increases in a radial direction with the distance from the first point.
8. Switching element according to one of Claims 3 to 7, **characterised in that** the inclusions (20) are electrically insulated from the second electrical terminal.
9. Switching element according to one of Claims 3 to 8, **characterised in that** the inclusions (20) are, on the side facing the triggering layer (12), completely covered by the second resistive material.
10. Switching element according to one of the preceding Claims, **characterised in that** the triggering layer (12) has a resistivity which, starting from the first point, varies with the distance from the first point in the direction of increasing contact-area.

#### Revendications

1. Élément de commutation sous forme de feuille, comprenant

une première feuille de support (10) sur laquelle est appliquée une couche de déclenchement (12) faite d'un premier matériau résistif, la couche de déclenchement (12) étant pourvue d'une première connexion électrique (16),  
une seconde feuille de support (10) sur laquelle est appliquée une couche de capteur (14) faite d'un second matériau résistif, la couche de capteur (14) étant pourvue d'une seconde connexion électrique (18),  
la première feuille de support et la seconde feuille de support étant disposées à une certaine distance Tune de l'autre grâce à des écarteurs (11), de manière à ce que la couche de déclenchement (12) et la couche de capteur (14) soient situées l'une en face de l'autre et ne soient pas mises en contact l'une avec l'autre lorsque l'élément de commutation n'est pas actionné,  
le premier matériau résistif et le second matériau résistif étant adaptés l'un à l'autre de manière à ce que, lors de la mise en contact de la couche de déclenchement (12) et de la couche de capteur (14), la résistance de la couche limite entre la couche de déclenchement (12) et la couche de capteur (14) soit déterminée essentiellement par la grandeur de la surface de contact, et  
la couche de déclenchement et la couche de capteur étant d'abord mises en contact l'une avec l'autre en un premier point de leur surface, lors du déclenchement de l'élément de commutation, et la surface de contact augmentant à mesure que la pression sur l'élément de commutation augmente,

#### caractérisée en ce que

la couche de capteur (14) est exécutée de manière à ce que sa résistance électrique spécifique, à partir du premier point, varie de telle sorte avec la distance par rapport au premier point, dans la direction de la surface de contact croissante, que l'on obtienne un comportement de déclenchement prédéterminé de l'élément de commutation en fonction de la pression agissant sur l'élément de commutation.

2. Élément de commutation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la résistance spécifique variable est obtenue par l'introduction ciblée d'un troisième matériau résistif dans le second matériau résistif, la résistance spécifique du troisième matériau résistif et la résistance spécifique du second matériau résistif étant différentes l'une de l'autre, et la concentration du troisième matériau résistif variant avec la distance par rapport au premier point.

3. Élément de commutation selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le troisième matériau résistif



est introduit dans le second matériau résistif sous la forme d'inclusions (20) locales.

4. Élément de commutation selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la répartition des inclusions (20) locales dans le second matériau résistif varie avec la distance par rapport au premier point. 5
5. Élément de commutation selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** la dimension des inclusions (20) locales varie avec la distance par rapport au premier point. 10
6. Élément de commutation selon l'une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** le second matériau résistif comprend un matériau semi-conducteur et **en ce que** le troisième matériau résistif a une résistance substantiellement réduite par rapport au second matériau résistif. 15  
20
7. Élément de commutation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la résistance spécifique de la couche de capteur augmente, dans la direction radiale, avec la distance par rapport au premier point. 25
8. Élément de commutation selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** les inclusions (20) sont isolées électriquement de la seconde connexion électrique. 30
9. Élément de commutation selon l'une des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce que** les inclusions (20) sont complètement couvertes par le second matériau résistif sur le côté tourné vers la couche de déclenchement (12). 35
10. Élément de commutation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de déclenchement (12) a une résistance spécifique qui, à partir du premier point, varie avec la distance par rapport au premier point dans la direction de la surface de contact croissante. 40

45

50

55



